

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

103 39 548.2

Anmeldetag:

26. August 2003

Anmelder/Inhaber:

KAUTEX TEXTRON GmbH & Co KG, Bonn/DE

Bezeichnung:

Verfahren und Vorrichtung zur Kraftstoffversorgung
eines wasserstoffbetriebenen Kraftfahrzeugs

IPC:

B 60 K 15/03

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. September 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Stanschus'.

Stanschus

LIPPERT, STACHOW, SCHMIDT & PARTNER

Patentanwälte · European Patent Attorneys · European Trademark Attorneys

P.O. Box 30 02 08, D-51412 Bergisch Gladbach

Telefon +49 (0) 22 04.92 33-0

Telefax +49 (0) 22 04.6 26 06

Ki/go

26. August 2003

5 **KAUTEX TEXTRON GmbH & Co. KG**53229 Bonn

10 **Verfahren und Vorrichtung zur Kraftstoffversorgung eines**
 wasserstoffbetriebenen Kraftfahrzeugs

Bei der Kraftstoffversorgung von Kfz mit Wasserstoff-
Brennstoff-Zelle kann der für die Brennstoffzelle benötigte
15 Wasserstoff in reiner Form im Fahrzeug mitgeführt und bevorra-
tet werden. Als alternative Vorgehensweise hierzu ist es be-
kannt, den Wasserstoff durch eine chemische bzw. katalytische
Reaktion während des Betriebs des Kfz zu erzeugen. Hieraus er-
geben sich sicherheitsrelevante Vorzüge. Bekannt ist hierzu
20 beispielsweise die sogenannte Natriumborhydrid Reaktion. Als
Kraftstoff wird Natriumborhydrid (NaBH_4) in wässriger Lösung
vorgehalten. Das Natriumborhydrid wird einem Katalysator zuge-
führt, der reinen Wasserstoff und Natriumborat (NaBO_2) in wäss-
riger Lösung freisetzt. Der technisch reine Wasserstoff kann
25 direkt einer dem Katalysator nachgeschalteten Brennstoffzelle
zugeführt werden. Dort wird Wasserstoff zusammen mit Luftsauer-
stoff zu Wasser reagiert, und zwar unter Freisetzung elektri-
scher Energie für einen Antriebsmotor des Kfz. Das bei der ka-
talytischen Umsetzung des Natriumborhydrids anfallende Natrium-
30 borat lässt sich verfahrenstechnisch wieder zu Natriumborhydrid
rezyklisieren. Es ist daher sinnvoll, den zu Natriumborat rea-
gierten Kraftstoff in einem hierfür vorgesehenen Sammelbehälter
im Kfz aufzufangen.

35 Wenn man zur Bevorratung des Kraftstoffs das übliche Tankvolu-

men eines Kfz ansetzt, so ist die aufgrund des Kraftstoffvorrats bemessene Reichweite des Kfz verglichen zu einem mit Kohlenwasserstoff-Verbrennungsmotor ausgerüsteten Kfz verhältnismäßig klein. Unter Verwendung der Natriumborhydrid-Katalyse ist es zusätzlich erforderlich, entsprechendes Speichervolumen für den reagierten Kraftstoff bereitzustellen. Dieses Speichervolumen geht zu Lasten des Nutzvolumens des Kfz.

Um das für die Kraftstoffbevorratung zur Verfügung stehende Volumen möglichst wirkungsvoll ausnutzen zu können, ist es wünschenswert, den nicht reagierten Kraftstoff, d. h. das Natriumborhydrid, möglichst konzentriert bereitzustellen. Natriumborhydrid fällt in Konzentrationen von mehr als 20 Gew.% in wässriger Lösung aus, so dass es sinnvoll ist, dem Katalysator Natriumborhydrid in einer Konzentration von 20 Gew.% in wässriger Lösung zuzuführen. Wenn also Natriumborhydrid in wässriger Lösung in höherer Konzentration bevorratet werden soll, sollte der Lösung vor Eintritt in den Katalysator Wasser zugesetzt werden. Hierzu ist dem Katalysator ein Mischer vorgeschaltet, über den die Natriumborhydrid-Lösung in der gewünschten Verdünnung für den Katalysator bereitgestellt wird. Das dem Mischer zugeführte Wasser wird dabei dem Abgasstrom der Brennstoffzelle entnommen. Der im Abgas enthaltene Wasserdampf wird in einem Kühler auskondensiert und dem Mischer zugeführt. Bei dieser Form der Kraftstoffaufbereitung fallen beispielsweise bei Einsatz von 100 l einer 30%-igen Natriumborhydrid-Lösung als unreaktierter Kraftstoff etwa 115 l 20%-ige Natriumborat-Lösung als reagierter Kraftstoff an. Für das Auffangen und Speichern des reagierten Kraftstoffs wird in diesem Fall besonders viel Volumen benötigt. Das geht entweder zu Lasten der Reichweite des Kfz oder zu Lasten des Nutzvolumens des Kfz.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, sowohl ein Verfahren als auch eine Vorrichtung zur Kraftstoffversorgung eines solchen Kfz bereitzustellen, mit welchen unter geringster Nutzvolumenverringerung eine ausreichende Kraftstoffbevorratung zur

Erzielung einer zufriedenstellenden Reichweite erzielbar ist.

Die Aufgabe wird zunächst gelöst durch ein Verfahren zur Kraftstoffversorgung eines Kraftfahrzeugs mit wenigstens einem Wasserstoffverbraucher, beispielsweise einer Brennstoffzelle, in welcher Wasserstoff in elektrische Energie umgesetzt wird, wobei der Wasserstoff durch katalytische Reaktion eines als Kraftstoff vorgesehenen Wasserstoffdonators freigesetzt wird und dabei reagierter, rezyklisierbarer Kraftstoff anfällt, wobei das Verfahren die Entnahme nicht reagierten Kraftstoffs aus einem ersten Speichervolumen, die Befüllung wenigstens eines zweiten von dem ersten Speichervolumen getrennten Speichervolumens mit reagiertem Kraftstoff und die wenigstens teilweise zusätzliche Nutzung des durch die Entnahme freiwerdenden ersten Speichervolumens zur Speicherung des reagierten Kraftstoffs umfasst.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, wenigstens ein Teilvolumen des ursprünglich für unreaktierten Kraftstoff vorgesehenen Speichervolumens nach Entnahme von Kraftstoff zur Speicherung des reagierten Kraftstoffs zu verwenden. Bei einer solchen Vorgehensweise lässt sich das für Speicherung von nicht reagiertem Kraftstoff und für Speicherung von reagiertem Kraftstoff insgesamt benötigte Volumen auf ein Optimum reduzieren.

Zur optimalen Ausnutzung des bei einem Kfz zur Verfügung stehenden Bauraums kann es beispielsweise vorteilhaft sein, zur Bevorratung des Kraftstoffs mehrere räumlich voneinander getrennte Behälter als Speichervolumina zu verwenden.

Eine besonders bevorzugte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich durch die Verwendung wenigstens dreier in Reihe geschalteter Behälter als Speichervolumina aus, wobei die Entnahme des nicht reagierten Kraftstoffs aus einem Entnahmebehälter erfolgt, der Entnahmebehälter aus wenigstens einem Vorratsbehälter mit nicht reagiertem Kraftstoff gespeist wird, ein

Sammelbehälter mit reagiertem Kraftstoff befüllt wird und der reagierte Kraftstoff aus dem Sammelbehälter in den oder die Vorratsbehälter umgeleitet wird, wenn der nicht reagierte Kraftstoff vollständig aus diesem entnommen ist.

5

Es ist leicht nachvollziehbar, dass der Entnahmebehälter nicht für die Befüllung mit reagiertem Kraftstoff zur Verfügung steht, da der Betrieb des Kfz bis zu dessen Betankung gewährleistet sein muss. Weiterhin kann das Volumen des Sammelbehälters nicht mit nicht reagiertem Kraftstoff betankt bzw. befüllt werden, da unmittelbar nach Aufnahme des Betriebs des Kfz bereits reagierter Kraftstoff anfällt, der aufgefangen werden muss.

15 Wie nachstehend noch erläutert werden wird, ist es sinnvoll, die Anzahl und Größe der vorzusehenden Behälter in Hinblick auf die Menge von anfallendem reagiertem Kraftstoff bezogen auf die Menge von eingesetztem nicht reagiertem Kraftstoff zu optimieren. Wenn auf 100% nicht reagierten Kraftstoff etwa 115% reagierte Kraftstoff anfallen, hat sich die Verwendung von insgesamt 5 Kraftstoffbehältern bei der Durchführung des Verfahrens als besonders vorteilhaft erwiesen.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird weiterhin gelöst durch einen Kraftstoffbehälter zur Kraftstoffversorgung eines Kraftfahrzeugs mit wenigstens einem Wasserstoffverbraucher, beispielsweise einer Brennstoffzelle, in welcher Wasserstoff in elektrische Energie umgesetzt wird, wobei der Wasserstoff durch katalytische Reaktion eines als Kraftstoff vorgesehenen Wasserstoffdonators freigesetzt wird und dabei reagierter, rezyklisierbarer Kraftstoff anfällt, mit wenigstens einer Einfüll- und/oder Entleerungsöffnung sowie mit wenigstens einer Entnahmeleitung, wobei der Behälter zwei voneinander getrennte Volumina für reagierten und nicht reagierten Kraftstoff aufweist, deren Aufteilung so ausgebildet ist, dass bei Befüllung eines Volumens dieses zu Lasten des jeweils anderen Volumens

erweiterbar ist.

Dieser Kraftstoffbehälter kann beispielsweise zwei Kammern aufweisen, die durch eine flexible Wandung voneinander getrennt sind. Die beiden Kammern haben dann ein variables Volumen, wobei sich jeweils eine Kammer zu Lasten des Volumens der anderen Kammer dank der diese trennenden flexiblen Wandung ausdehnen kann.

Die flexible Wandung kann beispielsweise flüssigkeits- und gasdicht im Bereich einer umlaufenden Behälternaht umlaufend eingespannt sein. Beispielsweise kann der Kraftstoffbehälter aus zwei Kunststoffschalen bestehen, die im Bereich eines umlaufenden Flanschs miteinander verschweißt sind. Die flexible Wandung kann dann in der Nahtstelle der Halbschalen des Behälters mitverschweißt sein.

Alternativ hierzu kann vorgesehen sein, dass der Kraftstoffbehälter einen flexiblen inneren Behälter umschließt, der ein zu Lasten des von dem äußeren Behälter gebildeten Hauptvolumens variables Volumen aufweist, das flüssigkeits- und gasdicht von dem Hauptvolumen getrennt ist. Der flexible Innenbehälter kann dazu beispielsweise als Folienbeutel ausgebildet sein, der sich in das bei zunehmender Entleerung des Kraftstoffbehälters frei werdende Hauptvolumen ausdehnen kann.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird weiterhin gelöst durch eine Kraftstoffbehälter-Anordnung zur Kraftstoffversorgung eines Kraftfahrzeuges mit wenigstens einem Wasserstoffverbraucher, beispielsweise einer Brennstoffzelle, in welcher Wasserstoff in elektrische Energie umgesetzt wird, wobei der Wasserstoff durch katalytische Reaktion eines als Kraftstoff vorgesehenen Wasserstoffdonators freigesetzt wird und dabei reagierter, rezyklisierbarer Kraftstoff anfällt, umfassend wenigstens einen Entnahmebehälter, der mit Mitteln zur Förderung des Kraftstoffs versehen ist, wenigstens einen Vorratsbehälter, der

mit dem Entnahmebehälter kommuniziert und der mit Mitteln zur Förderung des Kraftstoffs in den Entnahmebehälter versehen ist und einen Sammelbehälter, der über einen Überlauf mit einem Vorratsbehälter verbunden ist.

5

Vorzugsweise ist der Vorratsbehälter über ein schaltbares Mehr-Wege-Ventil an den Entnahmebehälter und an den Sammelbehälter angeschlossen, so dass sicher gestellt ist, dass der Vorratsbehälter entweder zur Aufnahme von reagiertem Kraftstoff oder zur Aufnahme und Abgabe von nicht reagiertem Kraftstoff verwendbar ist.

7



Zweckmäßigerweise sind wenigstens zwei weitere Vorratsbehälter vorgesehen, die jeweils über schaltbare Ventile mit dem Entnahmebehälter und dem Sammelbehälter kommunizieren. Wie eingangs bereits erwähnt wurde, ist eine Behälteranordnung bestehend aus insgesamt 5 Behältern hinsichtlich der Ausnutzung des insgesamt benötigten Volumens optimal.

20

Bevorzugt speisen die Vorratsbehälter den Entnahmebehälter jeweils über Saugstrahlpumpen, die jeweils über einen Kraftstoffrücklauf aus dem Entnahmebehälter angetrieben sind.

25

Der Rücklauf kann beispielsweise von einer Entnahmeleitung aus dem Entnahmebehälter abgezweigt sein.

Zweckmäßigerweise sind die Vorratsbehälter jeweils an eine gemeinsame Rücklaufleitung von dem Entnahmebehälter und an eine gemeinsame Speiseleitung zu dem Entnahmebehälter angeschlossen.

30

Die Rücklaufleitung kann beispielsweise über ein Druckregelventil an die Entnahmeleitung angeschlossen sein. Über das Druckregelventil wird dann der von der Pumpe geförderte Kraftstoffvolumenstrom, der nicht dem Katalysator zugeführt werden muss, in die Rücklaufleitung eingespeist.

35

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Größe des Sammelbehälters und der Vorratsbehälter jeweils so bemessen ist, dass der in Förderrichtung des Kraftstoffs jeweils stromaufwärts gelegene Behälter das Volumen an reagiertem Kraftstoff aufnehmen kann, das bei der Entleerung des stromabwärts nachgeschalteten Behälters mit nicht reagiertem Kraftstoff und dessen Verarbeitung anfällt.

Der Entnahmebehälter und die Vorratsbehälter können jeweils an eine gemeinsame Befüllleitung angeschlossen sein, die Sammelbehälter und die Vorratsbehälter können jeweils an eine gemeinsame Entleerungsleitung angeschlossen sein.

Alternativ ist die Befüllung und Entleerung der Kraftstoffbehälter-Anordnung über eine gemeinsame Leitung durchführbar. Unter Entleerung im vorstehend beschriebenen Sinne ist die Entleerung zwecks Entsorgung des reagierten Kraftstoffs zu verstehen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand mehrerer in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele erläutert werden.

Es zeigen:

- 5 Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Kraftstoffbehälters gemäß der Erfindung nach einem ersten Ausführungsbeispiel,
- Fig. 2 eine schematische Ansicht des in Figur 1 dargestellten Kraftstoffbehälters im befüllten Zustand,
- 30 Fig. 3 eine schematische Ansicht dieses Kraftstoffbehälters während des Betriebs des Kfz,
- 35 Fig. 4 eine schematische Ansicht eines Kraftstoffbehälters gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfin-

5

710

15

20

2. 5

30

39

vollständige Entleerung des Speichervolumens 4 vor Betankung des Speichervolumens 3 möglich ist. Mit 7 ist eine Entnahmeleitung bezeichnet, über die der nicht reagierte Kraftstoff aus dem ersten Speichervolumen 3 über eine nicht dargestellte Pumpe durch einen Katalysator zirkulierbar ist. Über die Leitung 8 wird der reagierte Kraftstoff in das zweite Speichervolumen 4 zurückgeführt. Die Speichervolumina 3 und 4 sind durch eine flexible Trennwand 9 gegeneinander abgedichtet.

Figur 1 zeigt die Betankungssituation, bei der das erste Speichervolumen 3 mit nicht reagiertem Kraftstoff befüllt wird. Wie der Abbildung zu entnehmen ist, ist die Fläche der Trennwand so bemessen, dass diese bei unbefülltem Kraftstoffbehälter 1 in Gewichtskrafttrichtung durchhängt, mit anderen Worten, deren Fläche ist größer als die Fläche, die der Trennebene der Halbschalen 2 entspricht. An dieser Stelle sei angemerkt, dass der Kraftstoffbehälter auch als einteiliger blasgeformter Kunststoffbehälter ausgebildet sein kann.

Die Trennwand 9 ist umfänglich im Bereich eines umlaufenden Flansches 10 des Kraftstoffbehälters eingespannt. Steigt nun der Flüssigkeitsspiegel in dem ersten Speichervolumen 3 an, wie dies in Figur 2 dargestellt ist, so wird die Trennwand 9 von dem ansteigenden Flüssigkeitsspiegel angehoben. Figur 2 zeigt den vollständig gefüllten Kraftstoffbehälter 1. Da bei der Natriumborhydrid-Katalyse bei dem gewählten Ausführungsbeispiel etwa 15% mehr reagierter Kraftstoff anfällt als unreagierte Kraftstoff eingesetzt wurde, kann bei der Betankung des Kraftstoffbehälters 1 nicht dessen gesamtes Volumen ausgenutzt werden, vielmehr muss ein Freiraum verbleiben, dessen Größe etwa dem Mehrvolumen an reagiertem Kraftstoff entspricht.

Figur 3 zeigt den Kraftstoffbehälter während des Betriebs des Kfz. Mit zunehmender Entnahme von nicht reagiertem Kraftstoff aus dem zweiten Speichervolumen senkt sich die Trennwand 9 in Schwerkrafttrichtung ab, das zweite Speichervolumen 4 ist zu

Lasten des ersten Speichervolumens 3 erweiterbar und entsprechend mit reagiertem Kraftstoff befüllbar.

Da durch Schwallbewegungen sowohl des reagierten als auch des nicht reagierten Kraftstoffs noch Wasserstoff ohne katalytische Reaktion freigesetzt werden kann, ist für beide Speichervolumina 3, 4 eine Entlüftung vorgesehen, die nicht dargestellt ist.

In Figur 4 ist ein zweites Ausführungsbeispiel des Kraftstoffbehälters gemäß der Erfindung dargestellt. Hier sind gleiche Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen. Innerhalb des Kraftstoffbehälters 1 wird ein zweites Speichervolumen 4 durch einen flexiblen Innenbehälter 11 gebildet. Das als erstes Speichervolumen 3 bezeichnete Volumen des Kraftstoffbehälters 1 ist in diesem Fall dessen Primärvolumen. Der flexible Behälter 11 kann sich zu Lasten des Primärvolumens des Kraftstoffbehälters 1 ausdehnen, wenn letzterer entleert wird. Der Innenbehälter kann auch als Folienbeutel ausgebildet sein. Im Falle des in Figur 4 gezeigten Ausführungsbeispiels hat die Entleerungsleitung 6 gleichzeitig die Funktion der mit 8 bezeichneten Leitung im Fall des Ausführungsbeispiels nach den Figuren 1 bis 3. Mit anderen Worten, die Zuführung des reagierten Kraftstoffs und die Entleerung desselben aus dem Speichervolumen 4 erfolgt durch eine Leitung 6, 8.

Im Folgenden wird das Ausführungsbeispiel gemäß der Figuren 5 bis 10 erläutert, welches erfindungsgemäß bevorzugt wird. In den Figuren 5 bis 10 ist eine Kraftstoffbehälter-Anordnung gemäß der Erfindung dargestellt. Diese Kraftstoffbehälter-Anordnung besteht im Wesentlichen aus einem Entnahmebehälter 12, drei Vorratsbehältern 13 a, b, c und einem Sammelbehälter 14, die in Reihe geschaltet sind und miteinander kommunizieren. In den Figuren 5 und 6 ist zunächst das Befüll-, Entleerungs- und Belüftungsschema der Kraftstoffbehälter-Anordnung verdeutlicht. Über die mit 15 bezeichnete Befüllleitung werden bei der Betankung des Kfz der Entnahmebehälter 12 sowie die Vorratsbe-

hälter 13 a, b, c mit nicht reagiertem Kraftstoff, d. h. mit einer wässrigen Lösung mit 30% Natriumborhydrid befüllt. Die Behälter 12, 13 a, b und c sind jeweils über ein Befüllventil 16 a, b, c und d an die Befüllleitung 15 angeschlossen, so dass eine Betankung dieser Behälter 12, 13 a, b, c der Reihe nach über die Schaltung der Befüllventile 16 a, b, c und d vorgenommen werden kann. Dies könnte beispielsweise so vonstatten gehen, dass zunächst der Entnahmebehälter 12 befüllt wird, wobei das Befüllventil 16 a geöffnet ist, die Befüllventile 16 b, c, d hingegen geschlossen sind. Wenn der Entnahmebehälter 12 befüllt ist, kann das Befüllventil 16 a schließen, das Befüllventil 16 b hingegen öffnen. Alternativ können zu Beginn der Betankung alle Befüllventile 16 a, b, c und d geöffnet sein. Die Ventile schließen dann je nach Befüllzustand des ein oder anderen Behälters 12, 13 a, b, c der Reihe nach, wobei durch das letzte schließende Befüllventil der Flüssigkeitsdruck in der Befüllleitung 15 ansteigt und ein Schließen des Zapfventils bewirkt. Wie eingangs bereits erwähnt, werden zunächst nur der Entnahmebehälter 12 und die Vorratsbehälter 13 a, b, c befüllt. Der Sammelbehälter 14 muss unmittelbar nach Beenden des Betankungsvorgangs zur Aufnahme von nicht reagiertem Kraftstoff zur Verfügung stehen und kann daher nicht betankt werden. Es ist für den Fachmann erkennbar, dass die Befüllventile 16 a, b, c und d erforderlich sind, um jeweils eine Teilbetankung des Kfz zu ermöglichen, beispielsweise wenn der Vorratsbehälter 13 c entleert ist und nur dieser nachgefüllt werden soll, nicht hingegen die Behälter 12, 13 a und 13 b.

Wie nachstehend noch erläutert werden wird, können sowohl der Sammelbehälter 14 als auch die Vorratsbehälter 13 a, b, c auch reagierten Kraftstoff aufnehmen, letztere allerdings erst nach deren jeweils vollständiger Entleerung. Vor der Betankung des Kfz muss der nicht reagierte Kraftstoff aus dem Sammelbehälter 14 sowie gegebenenfalls aus dem ein oder anderen Vorratsbehälter 13 a, b, c entleert werden. Die Entleerung des Sammelbehälters 14 ist erforderlich, um diesen wieder mit nicht reagiertem

Kraftstoff befüllen zu können; die Entleerung der Vorratsbehälter 13 a, b, c muss erfolgen, um deren Volumen wieder für die Neubefüllung mit nicht reagiertem Kraftstoff zur Verfügung zu stellen. Im Folgenden wird der Begriff „Entleerung“ für die Entfernung und Entsorgung des reagierten Kraftstoffs benutzt, der Begriff „Entnahme“ hingegen bezeichnet die Abführung des nicht reagierten Kraftstoffs zwecks Antrieb des Fahrzeugs. Hierzu sind der Sammelbehälter 14 sowie die Vorratsbehälter 13 a, b, c über eine gemeinsame Entleerungsleitung 17 miteinander verbunden. Die Behälter 14, 13 a, 13 b und 13 c sind jeweils über Entleerungsventile 18 a, b, c an die Entleerungsleitung 17 angeschlossen.

Die Entleerung der Behälter 14, 13 a, b, c erfolgt über die Entleerungsleitung 17 und die Entleerungsventile 18 a, b, c, sobald diese Behälter mit reagiertem Kraftstoff befüllt sind. Eine Befüllung des Entnahmebehälters 12 ist mit reagiertem Kraftstoff nicht möglich, da der Betrieb des Kfz bis zur Betankung gewährleistet sein muss. Alle Behälter 12, 13 a, b, c und 14 sind jeweils über eine Entlüftungsleitung 19 an einen Ausperlbehälter 20 angeschlossen. In dem Ausperlbehälter kann Kondensat aus den Entlüftungsleitungen 19 gesammelt werden, dieses wird über die Leitung 21 in den Sammelbehälter 14 zurückgeführt. Das in dem Ausperlbehälter 20 gesammelte Gas (H_2) wird einem dem Ausperlbehälter 20 nachgeschalteten Katalysator 23 zugeführt.

In Figur 6 ist ein dem in Figur 5 dargestellten Schema entsprechendes Schema gezeigt, wobei die Befüllleitung und die Entleerungsleitung zu einer gemeinsamen Befüll- und Entleerungsleitung 22 zusammengefasst sind, die über die Befüll- und Entleerungsventile 22 a, b, c, d mit den Behältern 13 a, b, c und 14 kommuniziert.

Unter Bezugnahme auf die Figuren 7 bis 10 wird nun nachstehend auf den Kraftstofffluss bei verschiedenen Betriebssituationen

des Kfz eingegangen werden.

In Figur 7 ist die Betriebssituation dargestellt, in der die Behälter 12, 13 a, 13 b und 13 c vollständig mit nicht reagier-
tem Kraftstoff befüllt sind. Aus dem Entnahmebehälter 12 wird
5 nicht reagierter Kraftstoff zwecks Erzeugung von Wasserstoff
und Antrieb eines Kfz abgeführt. Wie vorstehend bereits erwähnt
wurde, wird der nicht reagierte Kraftstoff in Form von Natrium-
borhydrid unter Freisetzung von Wasserstoff zwecks Verbrennung
oder zwecks Energieerzeugung in einer Brennstoffzelle in Natri-
10 umborat umgesetzt. Das Natriumborat wird in dem Sammelbehälter
14 aufgefangen. Zwischen dem Entnahmebehälter 12 und dem Sam-
melbehälter 14 sind die Vorratsbehälter 13 a, 13 b und 13 c an-
geordnet. Der Entnahmebehälter 12 wird laufend jeweils aus den
15 Vorratsbehältern 13 a, 13 b und 13 c mit Kraftstoff gespeist.
Die nacheinander frei werdenden Vorratsbehälter 13 a, 13 b und
13 c stehen sodann zur Aufnahme von reagiertem Kraftstoff zur
Verfügung, wobei der reagierte Kraftstoff selektiv aus dem Sam-
melbehälter 14 den jeweils freien Vorratsbehältern 13 a, 13 b,
20 und 13 c zugeleitet wird. Dieser Vorgang wird nachstehend im
Einzelnen beschrieben.

Der Kraftstoff wird aus dem Entnahmebehälter 12 über die Ent-
nahmeleitung 7 mittels einer Kraftstoffpumpe 24 einem Mischer
25 zugeführt. Der nicht reagierte Kraftstoff in dem Entnahmebe-
5 hälter 12 enthält 30 Vol. % NaBH_4 in wässriger Lösung. In dem
Mischer 25 wird der nicht reagierte Kraftstoff zusätzlich mit
Wasser auf eine Konzentration von 20 Gew.% verdünnt. Wie ein-
gangs bereits geschildert, wird das Wasser aus dem Abgas der
30 Brennstoffzelle kondensiert. Von dem Mischer 25 gelangt der
nicht reagierte Kraftstoff zu dem Katalysator 26, in welchem
unter Abspaltung von reinem Wasserstoff (H_2) Natriumborat (Na-BO_2)
erzeugt wird. Das Natriumborat in wässriger Lösung wird
über die Leitung 8 dem Sammelbehälter 14 zugeführt. Über ein
35 Druckregelventil 27 wird nicht entnommener Kraftstoff aus der
Entnahmeleitung 7 abgezweigt sowie über eine gemeinsame Rück-

laufleitung 28 den Behältern 13 a, b, c wieder zugeführt. Die Behälter 13 a, b, c sind über die Rücklaufventile 29 a, b, c an die Rücklaufleitung 28 angeschlossen. Bei der in Figur 7 dargestellten Situation erfolgt der Kraftstoffrücklauf über die Rücklaufleitung 28 in den Vorratsbehälter 13 c. Dort wird über den Kraftstoffrücklauf eine nicht dargestellte Saugstrahlpumpe angetrieben, die aus dem Vorratsbehälter 13 c über eine gemeinsame Speiseleitung 30 den Entnahmebehälter 12 speist. Die Vorratsbehälter 13 a, b, c sind jeweils über ein Speiseventil 31 a, b, c an die Speiseleitung 30 angeschlossen. Die Speiseventile 31 a, b, c schalten außerdem jeweils einen Weg zu einer die Behälter 14, 13 a, 13 b und 13 c verbindende Überlaufleitung 32.

Über nicht dargestellte Füllstandsgeber in jedem der Behälter 14, 13 a, 13 b, 13 c und 12 und eine übergeordnete nicht dargestellte Steuerung erfolgt hierbei die Ansteuerung der Rücklauf- und Speiseventile 29 a, 29 b, 29 c, 31 a, 31 b und 31 c.

Der Vorratsbehälter 13 c speist so lange den Entnahmebehälter 12, bis der Vorratsbehälter 13 c vollständig entleert ist.

Sodann schließt das Rücklaufventil 29 c.

Das Speiseventil 31 c wird so geschaltet, dass die Überlaufleitung 32 von dem Sammelbehälter 14 in den Vorratsbehälter 13 c freigegeben wird. Die Verbindung des Vorratsbehälters 13 c zur Speiseleitung 30 ist in dieser Schaltstellung des Speiseventils 31 c gesperrt. Diese Situation ist in Figur 8 dargestellt. Dort kann der über die Leitung 8 in den Sammelbehälter 14 einlaufende reagierte Kraftstoff in den Vorratsbehälter 13 c überlaufen. Der über die Rücklaufleitung 28 gepumpte Kraftstoff treibt eine in dem Vorratsbehälter 13 b angeordnete Saugstrahlpumpe, die wiederum über die Speiseleitung 30 den Entnahmebehälter 12 speist, so lange bis der Vorratsbehälter 13 b entleert ist. Wenn der Vorratsbehälter 13 b vollständig entleert ist, so wird

dies über einen nicht dargestellten Füllstandsgeber erfasst, der wiederum eine Schaltung des Speiseventils 31 c bewirkt, welches die Verbindung zu der Speiseleitung 30 schließt und die Verbindung zu der Überlaufleitung 32 öffnet. Aufgrund dieser Ventilschaltung wird reagierter Kraftstoff von dem Sammelbehälter 14 in den Vorratsbehälter 13 b gefördert, wie dies in Figur 9 dargestellt ist. In dieser Situation speist der Vorratsbehälter 13 a den Entnahmebehälter 12, der reagierte Kraftstoff läuft über die Überlaufleitung 32 unmittelbar von dem Sammelbehälter 14 in den Vorratsbehälter 13 b. Das Speiseventil 31 c ist vollständig geschlossen, so dass der Vorratsbehälter 13 c überbrückt ist.

In Figur 10 ist schließlich die Situation dargestellt, bei der reagierter Kraftstoff von dem Sammelbehälter 14 in den Vorratsbehälter 13 a gefördert wird. Der Kraftstoffrücklauf aus dem Entnahmebehälter 12 erfolgt unmittelbar in diesen zurück.

Die Kraftstoffbehälter besitzen alle voneinander abweichende Volumina. Wie andeutungsweise der Zeichnung zu entnehmen ist, besitzt der Sammelbehälter 14 das größte Volumen. Dieses Volumen ist so bemessen, dass diejenige Menge an reagiertem Kraftstoff aufgenommen werden kann, die sich aus der Reaktion des in dem Vorratsbehälter 13 c befindlichen Kraftstoffvolumens ergibt. Der Vorratsbehälter 13 c wiederum ist von seiner Größe so bemessen, dass dieser diejenige Menge an reagiertem Kraftstoff aufnehmen kann, die sich aus der Reaktion des in dem Behälter 13 b befindlichen Kraftstoffvolumens ergibt. Der Kraftstoffbehälter 13 b ist von seinem Volumen so bemessen, dass er diejenige Menge des reagierten Kraftstoffs aufnehmen kann, die sich aus dem Volumen des Kraftstoffbehälters 13 a ergibt und schließlich ist das Volumen des Kraftstoffbehälters 13 a so bemessen, dass er diejenige Menge an reagiertem Kraftstoff aufnehmen kann, die sich aus der vollständigen Umsetzung des in dem Entnahmebehälter 12 befindlichen Kraftstoffvolumens ergibt.

Der Entnahmebehälter 12 sowie die Vorratsbehälter 13 a, b, c sind bevorzugt aus Kunststoff ausgebildet. Da der reagierte Kraftstoff nach Durchtritt durch den Katalysator 26 eine verhältnismäßig hohe Temperatur hat, die abgeführt werden muss, ist der Sammelbehälter 14 bevorzugt aus Metall ausgebildet. Ein solcher Behälter kann besser die Temperatur abführen als ein Kunststoffbehälter. Der Sammelbehälter 14 kann auch aus Kunststoff bestehen, wenn der rückgeführte reagierte Kraftstoff mittels einer Kühlvorrichtung in der Temperatur auch auf ein für den Kunststoff erträgliches Maß abgesenkt wurde.

LIPPERT, STACHOW, SCHMIDT & PARTNER

Patentanwälte · European Patent Attorneys · European Trademark Attorneys

P.O. Box 30 02 08, D-51412 Bergisch Gladbach

Telefon +49 (0) 22 04.92 33-0

Telefax +49 (0) 22 04.6 26 06

Ki/go

26. August 2003

5 **KAUTEX TEXTRON GmbH & Co. KG**53229 Bonn

10 **Verfahren und Vorrichtung zur Kraftstoffversorgung eines
wasserstoffbetriebenen Kraftfahrzeugs**

Bezugszeichenliste

15	1	Kraftstoffbehälter
	2	Halbschalen
	3	erstes Speichervolumen
	4	zweites Speichervolumen
	5	Befüllleitung
20	6	Entleerungsleitung
	7	Entnahmeleitung
	8	Leitung
	9	Trennwand
	10	Flansch
25	11	flexibler Innenbehälter
	12	Entnahmebehälter
	13 a, b, c	Vorratsbehälter
	14	Sammelbehälter
	15	Befüllleitung
30	16 a, b, c, d	Befüllventile
	17	Entleerungsleitung
	18 a, b, c	Entleerungsventile
	19	Entlüftungsleitung
	20	Ausperlbehälter
35	21	Leitung

	22	Befüll- und Entleerungsleitung
	22 a, b, c, d	Befüll- und Entleerungsventile
	23	Katalysator
	24	Kraftstoffpumpe
5	25	Mischer
	26	Katalysator
	27	Druckregelventil
	28	Rücklaufleitung
	29 a, b, c	Rücklaufventile
10	30	Speiseleitung
	31 a, b, c	Speiseventile
	32	Überlaufleitung

LIPPERT, STACHOW, SCHMIDT & PARTNER

Patentanwälte · European Patent Attorneys · European Trademark Attorneys

P.O. Box 30 02 08, D-51412 Bergisch Gladbach

Telefon +49 (0) 22 04.92 33-0

Telefax +49 (0) 22 04.6 26 06

- Ki/go

26. August 2003

5 **KAUTEX TEXTRON GmbH & Co. KG****53229 Bonn**10 **Verfahren und Vorrichtung zur Kraftstoffversorgung eines
wasserstoffbetriebenen Kraftfahrzeugs****Patentansprüche**

- 15 1. Verfahren zur Kraftstoffversorgung eines Kraftfahrzeugs
mit wenigstens einem Wasserstoffverbraucher, wie bei-
spielsweise einer Brennstoffzelle, in welcher Wasser-
stoff in elektrische Energie umgesetzt wird, wobei der
Wasserstoff durch katalytische Reaktion eines als Kraft-
stoff vorgesehenen Wasserstoffdonators freigesetzt wird
20 und dabei reagierter, rezyklisierbarer Kraftstoff anfällt,
umfassend die Entnahme nicht reagierten Kraftstoffs aus
einem ersten Speichervolumen, die Befüllung wenigstens
eines zweiten von dem ersten Speichervolumen getrennten
Speichervolumens mit reagiertem Kraftstoff und die
25 wenigstens teilweise zusätzliche Nutzung des durch die
Entnahme frei werdenden ersten Speichervolumens zur
Speicherung des reagierten Kraftstoffs.
- 30 2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet
durch die Verwendung mehrerer räumlich voneinander
getrennter Behälter als Speichervolumina.
- 35 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, ge-
kennzeichnet durch die Verwendung wenigstens

dreier in Reihe geschalteter Behälter als Speichervolumina, wobei die Entnahme des nicht reägierten Kraftstoffs aus einem Entnahmebehälter erfolgt, der Entnahmebehälter aus wenigstens einem Vorratsbehälter mit nicht reagiertem Kraftstoff gespeist wird, wenigstens ein Sammelbehälter mit reagiertem Kraftstoff befüllt wird und der reagierte Kraftstoff aus dem Sammelbehälter in den oder die Vorratsbehälter umgeleitet wird, wenn der nicht reagierte Kraftstoff vollständig aus diesen entnommen ist.

4. Kraftstoffbehälter zur Kraftstoffversorgung eines Kraftfahrzeugs mit wenigstens einem Wasserstoffverbraucher, wie beispielsweise einer Brennstoffzelle, in welcher Wasserstoff in elektrische Energie umgesetzt wird, wobei der Wasserstoff durch katalytische Reaktion eines als Kraftstoff vorgesehenen Wasserstoffdonators freigesetzt wird und dabei reagierter, rezyklrierbarer Kraftstoff anfällt, mit wenigstens einer Einfüll- und/oder Entleerungsöffnung sowie wenigstens einer Entnahmeleitung (7), wobei der Behälter zwei voneinander getrennte Volumina (3, 4) für reagierten und nicht reagierten Kraftstoff aufweist, deren Aufteilung so ausgebildet ist, dass bei der Befüllung eines Volumens dieses zu Lasten des jeweils anderen Volumens erweiterbar ist.

5. Kraftstoffbehälter nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass zwei Kammern vorgesehen sind, die durch eine flexible Wandung voneinander getrennt sind.

6. Kraftstoffbehälter nach Anspruch 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die flexible Wandung flüssigkeits- und gasdicht im Bereich einer umlaufenden Behälternaht umlaufend eingespannt ist.

7. Kraftstoffbehälter nach Anspruch 4, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , dass der Behälter einen flexiblen
inneren Behälter umschließt, der ein zu Lasten des von
dem äußeren Behälter gebildeten Hauptvolumens variables
5 Volumen aufweist, das flüssigkeits- und gasdicht von dem
Hauptvolumen getrennt ist.

8. Kraftstoffbehälter-Anordnung zur Kraftstoffversorgung
eines Kraftfahrzeuges mit wenigstens einem Wasserstoff-
verbraucher, beispielsweise einer Brennstoffzelle, in
welcher Wasserstoff in elektrische Energie umgesetzt
wird, wobei der Wasserstoff durch katalytische Reaktion
eines als Kraftstoff vorgesehenen Wasserstoffdonators
freigesetzt wird und dabei reagierter, rezyklisierbarer
15 Kraftstoff anfällt, umfassend wenigstens einen Entnahme-
behälter (12), wenigstens einen Vorratsbehälter (13 a,
b, c), der mit dem Entnahmebehälter (12) kommuniziert
und der mit Mitteln zur Förderung des Kraftstoffs in den
Entnahmebehälter versehen ist und wenigstens einen Sam-
melbehälter (14), der über einen Überlauf mit einem Vor-
ratsbehälter (13 a, b, c) verbunden ist.

9. Kraftstoffbehälter-Anordnung nach Anspruch 8, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der Vorratsbe-
hälter (13 a, b, c) über ein schaltbares Mehr-Wege-
Ventil an den Entnahmebehälter (12) und an den Sammelbe-
hälter (14) angeschlossen ist.

10. Kraftstoffbehälter-Anordnung nach einem der Ansprüche 8
oder 9, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass we-
nigstens zwei weitere Vorratsbehälter (13 b, c) vorgese-
hen sind, die jeweils über schaltbare Ventile mit dem
Entnahmebehälter (12) und dem Sammelbehälter (14) kommu-
nizieren.

11. Kraftstoffbehälter-Anordnung nach einem der Ansprüche 8

bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorratsbehälter (13 a, b, c) den Entnahmebehälter (12) jeweils über Saugstrahlpumpen speisen, die jeweils über eine Rücklaufleitung (28) aus dem Entnahmebehälter (12) angetrieben sind.

12. Kraftstoffbehälter-Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Rücklaufleitung (28) von einer Entnahmeleitung (7) aus dem Entnahmebehälter (12) abzweigt ist.

13. Kraftstoffbehälter-Anordnung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorratsbehälter (13 a, b, c) jeweils an eine gemeinsame Rücklaufleitung (28) von dem Entnahmebehälter (12) und an eine gemeinsame Speiseleitung (30) zu dem Entnahmebehälter (12) angeschlossen sind.

14. Kraftstoffbehälter-Anordnung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Rücklaufleitung (28) über ein Druckregelventil (27) an die Entnahmeleitung (7) angeschlossen ist.

15. Kraftstoffbehälter-Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Größe des Sammelbehälters (14) und der Vorratsbehälter (13 a, b, c) jeweils so bemessen ist, dass der in Förderichtung des Kraftstoffs jeweils stromaufwärts gelegene Behälter das Volumen an reagiertem Kraftstoff aufnehmen kann, das bei der Entleerung des stromabwärts nachgeschalteten Behälters mit nicht reagiertem Kraftstoff und dessen Verarbeitung anfällt.

16. Kraftstoffbehälter-Anordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Entnahmebehälter (12) und die Vorratsbehälter (13 a, b,

c). jeweils an eine gemeinsame Befüllleitung (15) angeschlossen sind.

5 17. Kraftstoffbehälter-Anordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Sammelbehälter (14) und die Vorratsbehälter (13 a, b, c) jeweils an eine gemeinsame Entleerungsleitung (17) angeschlossen sind.

LIPPERT, STACHOW, SCHMIDT & PARTNER

Patentanwälte · European Patent Attorneys · European Trademark Attorneys

P.O. Box 30 02 08, D-51412 Bergisch Gladbach

Telefon +49 (0) 22 04.92 33-0

Telefax +49 (0) 22 04.6 26 06

Ki/go

26. August 2003

5 **KAUTEX TEXTRON GmbH & Co. KG****53229 Bonn**

10 **Verfahren und Vorrichtung zur Kraftstoffversorgung eines
wasserstoffbetriebenen Kraftfahrzeugs**

Zusammenfassung

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Kraftstoffversorgung eines wasserstoffbetriebenen Kfz, wobei der Wasserstoff durch katalytische Reaktion eines als Kraftstoff vorgesehenen Wasserstoffdonators freigesetzt wird und dabei reagierter, rezyklisierbarer Kraftstoff anfällt. Das Verfahren
20 umfaßt die Entnahme nicht reagierten Kraftstoffs aus einem ersten Speichervolumen, die Befüllung wenigstens eines zweiten von dem ersten Speichervolumen getrennten Speichervolumens mit reagiertem Kraftstoff und die wenigstens teilweise zusätzliche Nutzung des durch die Entnahme frei werdenden ersten Speichervolumens zur Speicherung des reagierten Kraftstoffs. Eine erfindungsgemäße Kraftstoffbehälter-Anordnung umfaßt wenigstens einen Entnahmebehälter (12), der mit Mitteln zur Förderung des Kraftstoffs versehen ist, wenigstens einen Vorratsbehälter (13 a, b, c), der mit dem Entnahmebehälter (12) kommuniziert und
25 mit Mitteln zur Förderung des Kraftstoffs in den Entnahmebehälter (12) versehen ist und einen Sammelbehälter (14), der über einen Überlauf mit einem Vorratsbehälter (13 a, b, c) verbunden ist (Figur 8).

30

Fig.1

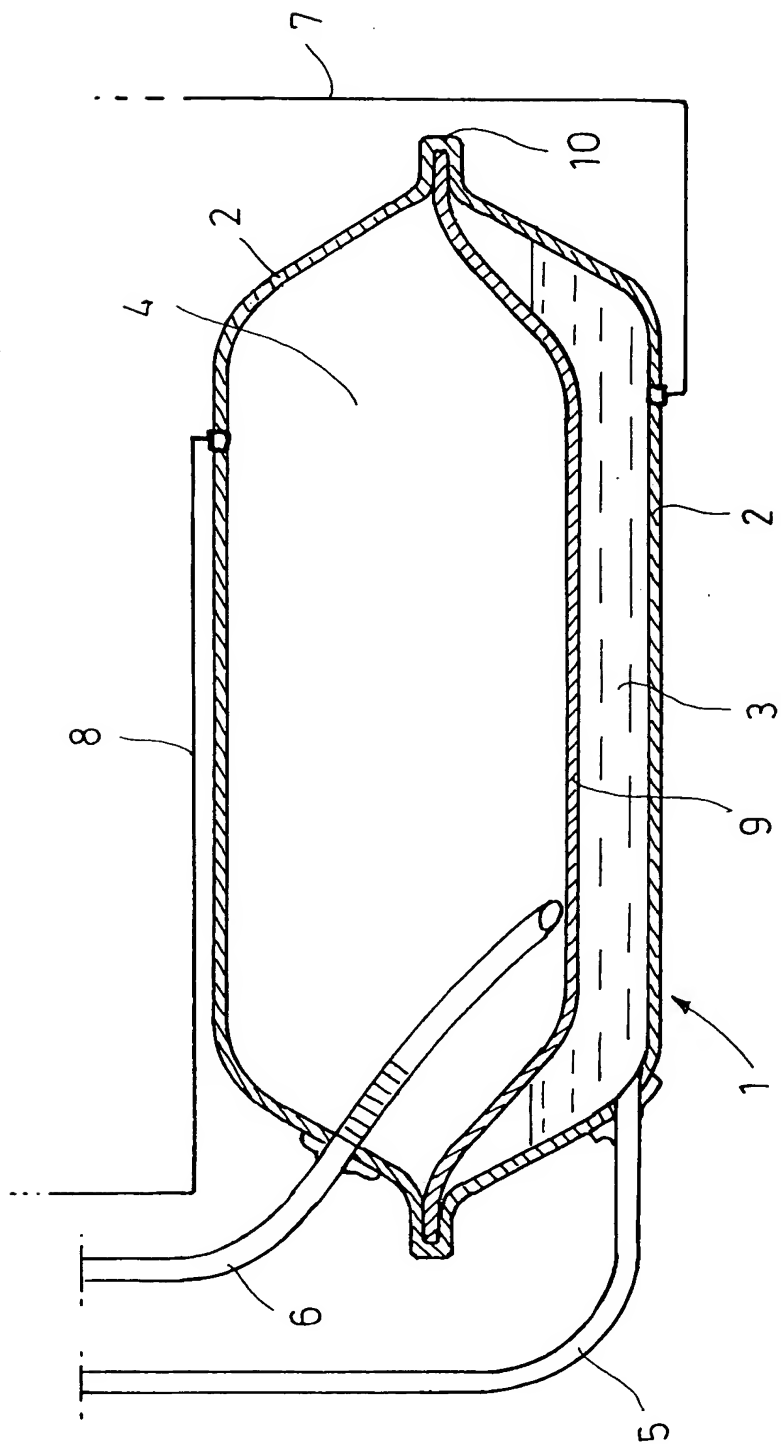


Fig. 2

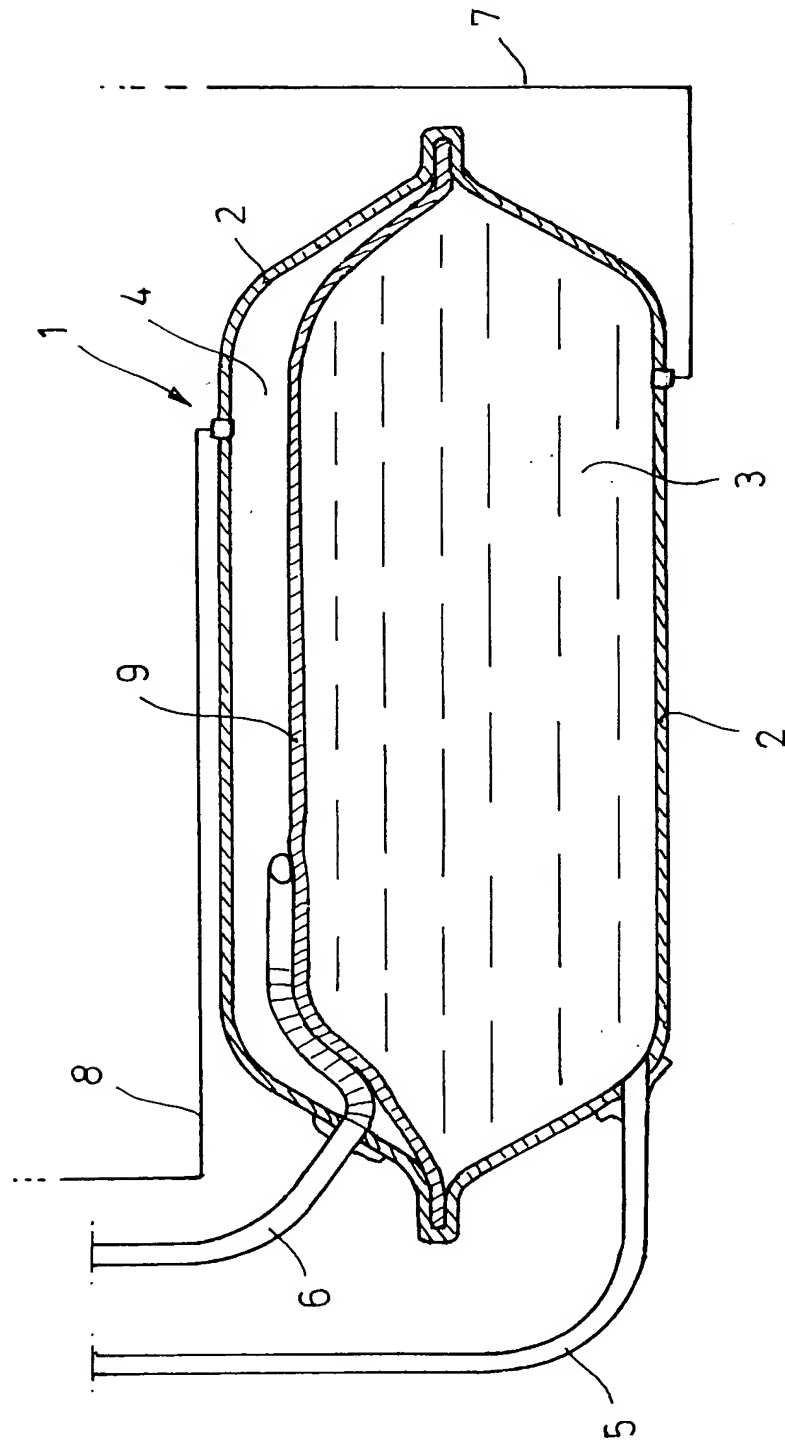


Fig.3

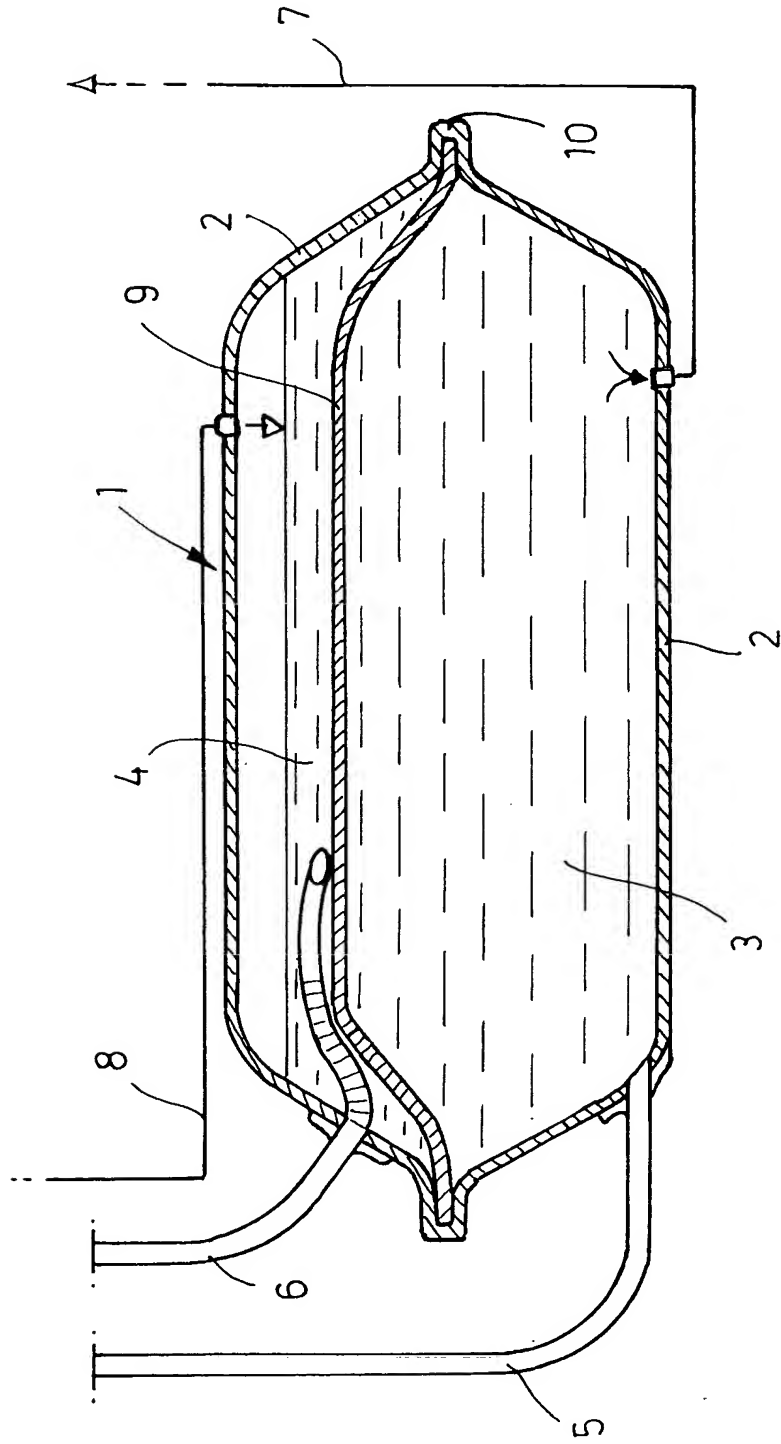
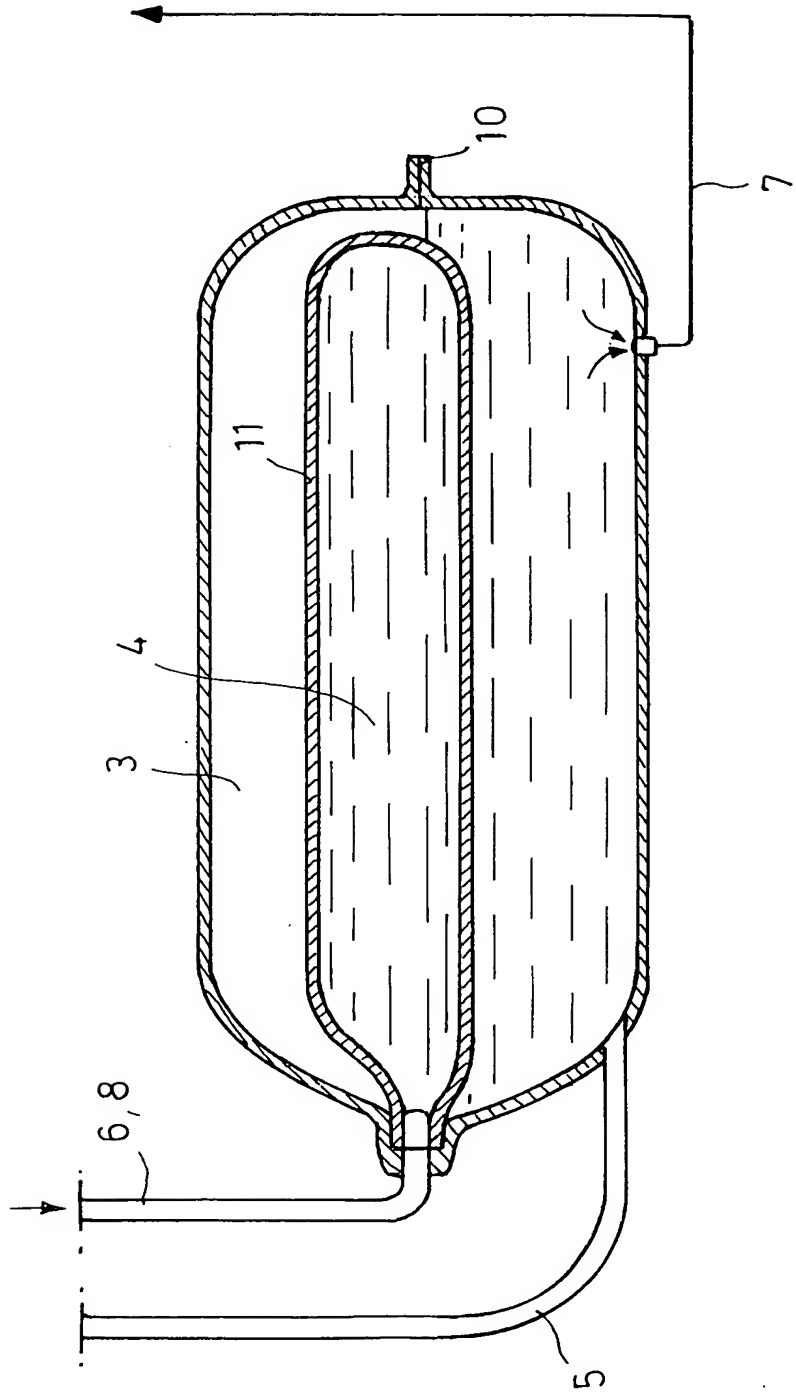


Fig.4



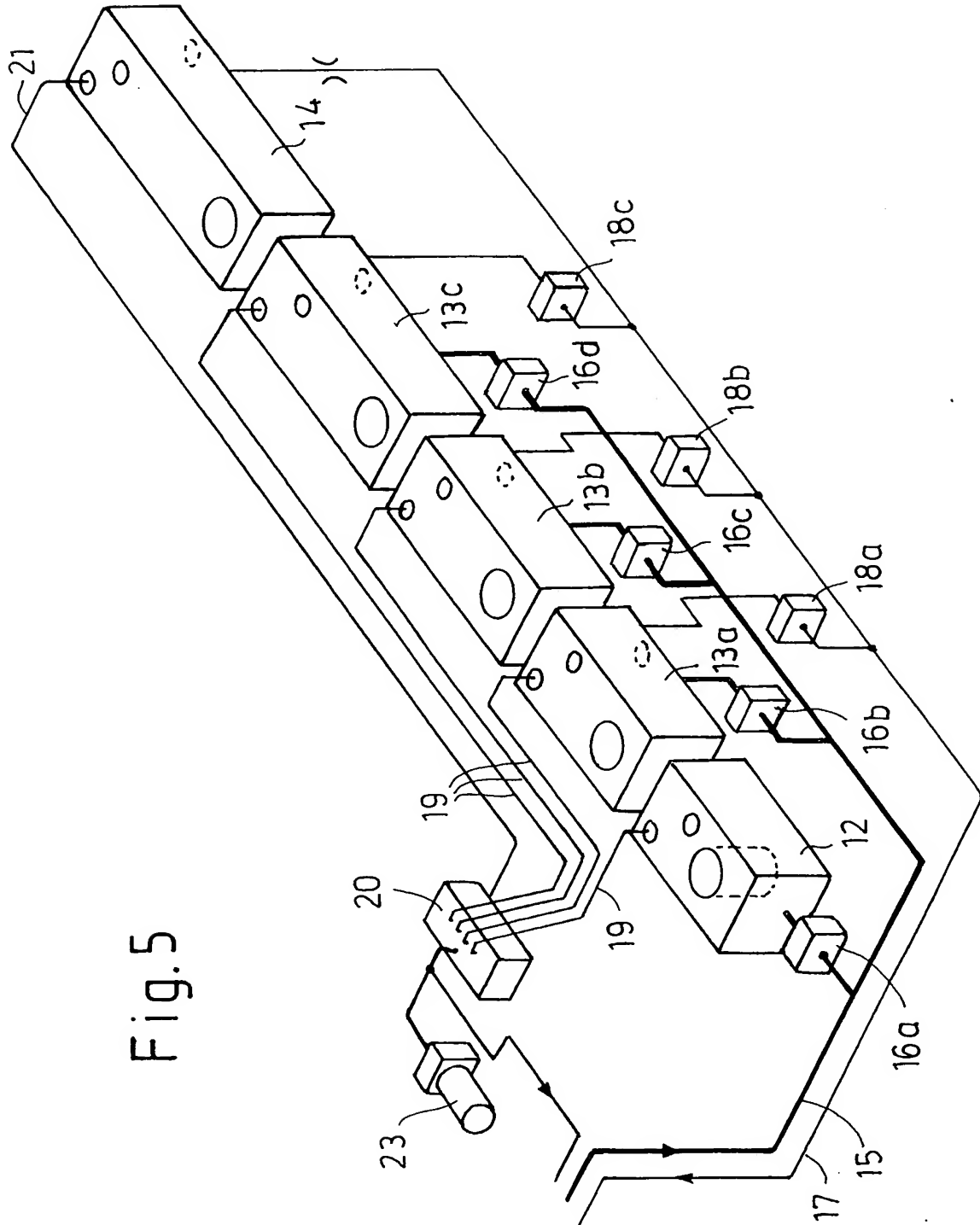
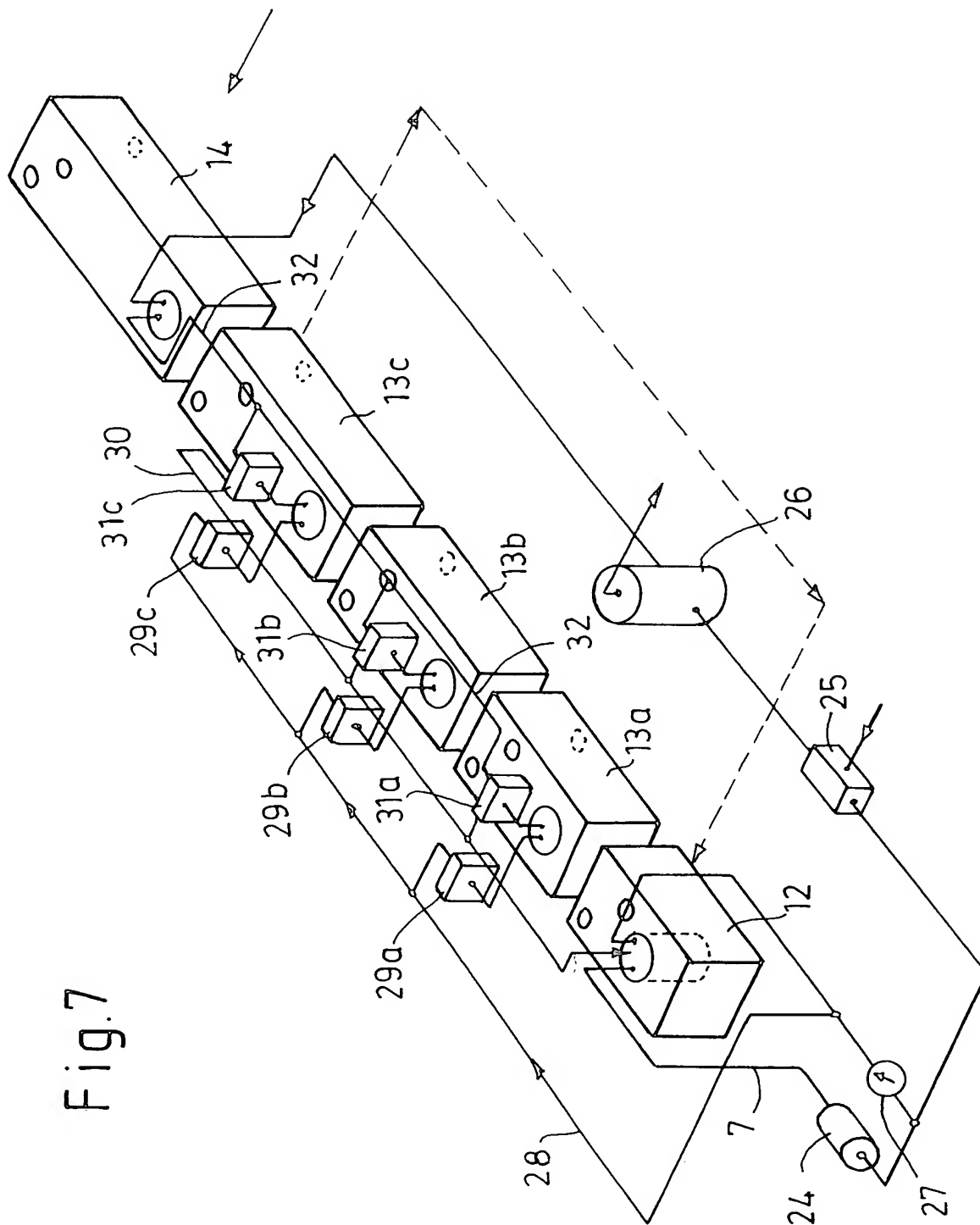


Fig. 5

Fig.7



US 1065791703P1



Creation date: 01-20-2004

Indexing Officer: KCHALUENSOUK - KHAM-OUNE CHALUENSOUK

Team: OIPEScanning

Dossier: 10657917

Legal Date: 12-17-2003

No.	Doccode	Number of pages
1	PEFR	3
2	OATH	1

Total number of pages: 4

Remarks:

Order of re-scan issued on